

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-007916

(43)Date of publication of application : 17.01.1984

(51)Int.Cl.

G02B 7/26

(21)Application number : 57-118061

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 07.07.1982

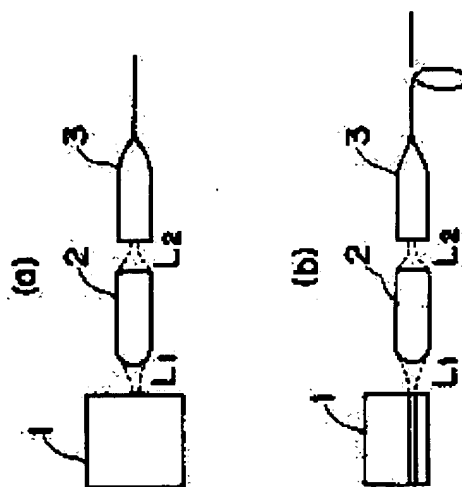
(72)Inventor : MURAKAMI TAISUKE

## (54) COUPLING SYSTEM BETWEEN LASER DIODE AND SINGLE-MODE OPTICAL FIBER

(57)Abstract: .

PURPOSE: To couple easily a laser diode and a single-mode optical fiber with each other and to facilitate work and assembly by making one or both end surface of a self-converging type lens between the two spherical or cylindrical.

CONSTITUTION: This coupling system consists of the laser diode 1 having a cylindrical light emission diameter, self-converging type lens 2 whose end surface is spherically, and single-mode optical fiber 3. A cylindrical emitted beam L1 from the diode 1 is converted into a beam L2 having a beam waist on an end surface of the optical fiber 3 through the lens operation of the spherical end surface of the self-converging type lens 2. In this case, the waist diameter is equal to the diameter of the light wave in the optical fiber 3, so 100% coupling efficiency between the diode 1 and optical fiber 3 is obtained. The spherical end surface of the lens 2 is formed either by polishing or by sticking a hemispherical lens.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59-7916

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 02 B 7/26

識別記号

庁内整理番号  
6418-2H

⑭ 公開 昭和59年(1984)1月17日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 3 頁)

⑮ レーザダイオード・シングルモード光ファイバー結合システム

横浜市戸塚区田谷町1番地住友電気工業株式会社横浜製作所内

⑯ 出願人 住友電気工業株式会社

大阪市東区北浜5丁目15番地

⑰ 代理人 弁理士 湯浅恭三 外2名

⑱ 特願 昭57-118061

⑲ 出願 昭57(1982)7月7日

⑳ 発明者 村上泰典

明 細 書

1. [ 発明の名称 ]

レーザダイオード・シングルモード光ファイバー結合システム

2. [ 特許請求の範囲 ]

(1) 片端面あるいは両端面を曲面に形成した自己集束型レンズをレーザダイオードとシングルモード光ファイバーとの間に介挿し両者を光学的に結合することを特徴とするレーザダイオード・シングルモード光ファイバー結合システム。

(2) (1)において、前記自己集束型レンズのレーザダイオード側端面が球面から成ることを特徴とするレーザダイオード・シングルモード光ファイバー結合システム。

(3) (1)において、前記自己集束型レンズの両端面がそれぞれ直交する円筒面から成ることを特徴とするレーザダイオード・シングルモード光ファイバー結合システム。

3. [ 発明の詳細な説明 ]

本発明はレーザダイオードからの光をシングルモード光ファイバーへ高効率で結合することを可能にし、かつその加工及び組立も従来のシステムに比べ簡単化したレーザダイオード・シングルモード光ファイバー結合システムに関する。

近年、シングルモード光ファイバーを用いたセンサシステム及び長距離広帯域伝送システムの開発が活発になつて来ている。シングルモード光ファイバーを用いたシステムを実現するには、レーザダイオードとシングルモード光ファイバーとの間の電気・光変換装置の加工及び組立が必要不可欠であるが、一般的にその組立は難かしく電気-光結合効率もそれほど良いとは言えない。特に、発光径が円形のレーザダイオードを用いた電気-光変換は見通しがついていない状況にある。ここで、一般に、レーザダイオードの発光ビームはガウシアンビームであり、シングルモード光ファイバー内の光波もガウシアンビームで近似される。そのため、レーザダイオードの発光ビームをあるビーム変換用光学系により変換しそのビ

ームウエストをシングルモード光ファイバー端面上に結像させて、ビームウエストの径をシングルモード光ファイバー内の光波の径と一致させるとレーザーダイオードとシングルモード光ファイバーとの間の結合効率が最大となることがわかつている。

従来、レーザーダイオードとシングルモード光ファイバーとの結合に際して、ビーム変換用光学系を使用せずに直接に接続する最も簡便なバットジョイントの場合には最大結合効率が得られない欠点がある。また、自己集束型（セルフオック）レンズをビーム変換用光学系として用いた場合には端面反射による戻り光の影響がある欠点があり、ボールレンズを用いた場合にはレンズ径が数百 $\mu\text{m}$ となるために加工、組立及び調整が難しい欠点がある。自己集束型レンズとボールレンズとから成る複合ビーム変換用光学系を用いる場合には、複合化の際に両レンズの軸合わせが容易でない欠点がある。

本発明の目的は、レーザーダイオードとシング

ルモード光ファイバーとの間に介挿する自己集束型レンズの片端面あるいは両端面を球面状あるいは円筒状に加工することにより、レーザーダイオードとシングルモード光ファイバーとを高結合効率で結合できかつ加工及び組立も簡単にできるレーザーダイオード・シングルモード光ファイバー結合システムを提供することである。

以下に図面を参照して本発明について詳細に説明する。

第1図は真円発光径を持つレーザーダイオード用の本発明のレーザーダイオード・シングルモード光ファイバー結合システムの実施例を示す図である。第1図(a)は結合システムの上面図を示し、第1図(b)は側面図を示している。1は真円発光径を持つレーザーダイオード、2は端面を球面状に加工した自己集束型レンズ、3はシングルモード光ファイバーである。レーザーダイオード1からの真円発光ビーム $L_1$ は自己集束型レンズ2の球面状端面によりレンズ作用を受け、シングルモード光ファイバー3の端面上においてビームウエストと

を受け、次にこのレンズ5により、シングルモード光ファイバー3の端面上にこのシングルモード光ファイバー内光波径と同じ径のビームウエストが結像されるようにビーム $L_1$ に変換される。ここで、自己集束型レンズの出射端面曲率は上下方向の拡がりを持つビームにはレンズ作用を持たないため考えなくてよい。同様に、上面図において横方向の拡がりを持つビームには自己集束型レンズの入射端面曲率は無視できる。つまり、レーザーダイオードからのビーム $L_1$ は自己集束型レンズ5の入射端面によりレンズ作用を受け、出射端面の円筒面の作用によりシングルモード光ファイバー3の端面上にシングルモード光ファイバー内光波径と同じ径のビームウエストが結像されるように変換される。従つて、レーザーダイオード4の楕円発光径がシングルモード光ファイバー3の入射端面上では真円ビームウエストに変換されている。

例えば、発光放射角度 $40^\circ$ の真円ビーム径を持つ $1.3\mu\text{m}$ 発光のレーザーダイオードの場合で

なるビーム $L_2$ に変換される。この時、ビームウエスト径はシングルモード光ファイバー内光波径と一致しているので、レーザーダイオードとシングルモード光ファイバーとの間に100%の結合効率が得られる。自己集束型レンズ2の球面状端面は研磨により形成してもよいし、半球レンズを貼りつけても形成できる。

第2図は楕円発光径を持つレーザーダイオード用の本発明のレーザーダイオード・シングルモード光ファイバー結合システムの別の実施例を示す図である。第2図(a)は上面図を示し、第2図(b)は側面図を示している。4は楕円発光径を持つレーザーダイオード、5は両端面を直交する円筒面に加工した自己集束型レンズであり、3はシングルモード光ファイバーである。自己集束型レンズ5の円筒面は研磨によりあるいは円柱レンズを貼り付けることにより形成できる。レーザーダイオード4から発生された上面図に示されるように上下方向に拡がりを持つビーム $L_1$ は円筒状に加工された自己集束型レンズ5の端面によりレンズ作用

は、自己集束型レンズの先端を半径  $1000\mu\text{m}$  の半球状に加工すればレーザーダイオード・自己集束型レンズ間距離  $100\mu\text{m}$ 、自己集束型レンズ・シングルモード光ファイバー間距離  $14\mu\text{m}$  で最大結合が得られる。また、放射角度  $\perp$  方向  $10^\circ$ 、 $\parallel$  方向  $40^\circ$  を持つ  $0.85\mu\text{m}$  発光レーザーダイオードの場合には、自己集束型レンズはレーザーダイオードに近い側の先端を  $\perp$  方向のみにレンズ作用を持つように半径  $4.3\mu\text{m}$  の円筒状に加工し、シングルモード光ファイバー側の先端を  $\parallel$  方向のみにレンズ作用を持つように半径  $22.4\mu\text{m}$  の円筒状に加工すると、レーザーダイオード・自己集束型レンズ間  $600\mu\text{m}$ 、自己集束型レンズ・シングルモード光ファイバー間  $3.1\mu\text{m}$  で最大結合が得られる。

このように、端面加工型自己集束型レンズを使用すれば、端面曲率半径  $1\mu\text{m}$  前後と大きくすることが可能であり、端面曲率半径が大きなこと及び、自己集束型レンズを用いていることにより、NA はそれほど小さくはならずレーザーダイオードと

の位置合わせは困難ではなく、またレーザーダイオードへの戻り光の影響も軽減される。特に、両端面を円筒状にかつそれぞれの円筒面を互いに直交させるように加工すると楕円発光径を持つレーザーダイオードとシングルモード光ファイバーとの結合効率は最大値をとることがわかった。

組立の手順について説明すると、まずレーザーダイオードと自己集束型レンズとを固定し光軸合わせを行なった後一体化する。この際、光軸と垂直方向のずれに対しては自己集束型レンズ自体が大きな NA を持つため許容誤差範囲は大きい。次に、レーザーダイオード及び自己集束型レンズの一体化したものにシングルモード光ファイバーを光軸を合わせた後結合して組立が完了する。レーザーダイオードと自己集束型レンズとの固定にあまり精度を必要としないため組立工程はかなり改善され、かつビームを最適に変換しているため効率も改善されている。

#### 4. [図面の簡単な説明]

第1図は本発明のレーザーダイオード・シング

ルモード光ファイバー結合システムの実施例を示す図、第2図は本発明のレーザーダイオード・シングルモード光ファイバー結合システムの別の実施例を示す図である。

1, 4: レーザーダイオード

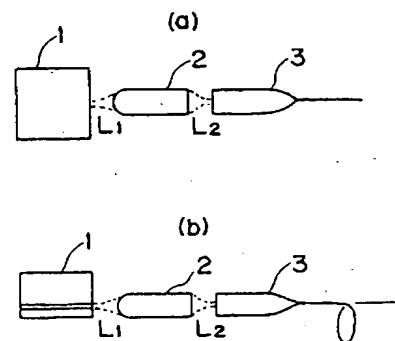
2, 5: 自己集束型レンズ

3: シングルモード光ファイバー

特許出願人 住友電気工業株式会社

代理人 弁理士 湯 浅 恭  
(外2名)

### 第1図



### 第2図

